

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 4 月 15 日 (15.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/031998 A1

(51) 国際特許分類⁷: G06F 17/50
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012748
(22) 国際出願日: 2003 年 10 月 6 日 (06.10.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-292585 2002 年 10 月 4 日 (04.10.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES) [JP/JP]; 〒108-8215 東京都港区港南二丁目 1 番 5 号

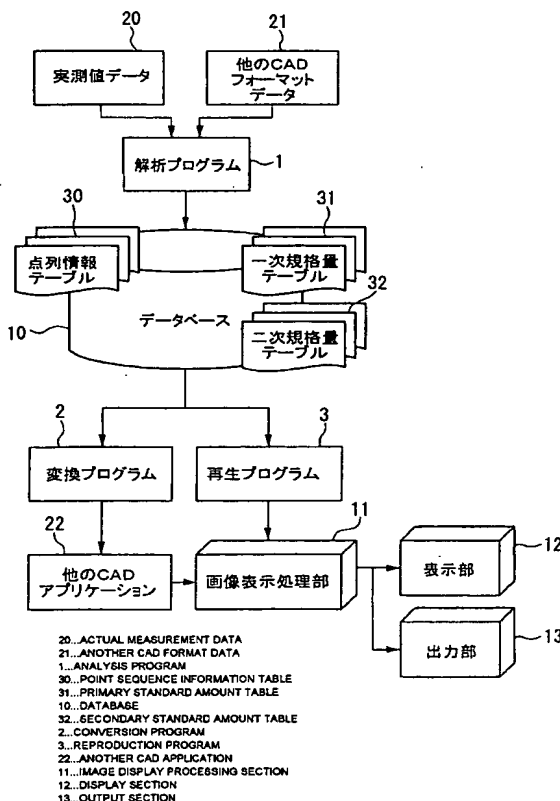
Tokyo (JP). 株式会社パル構造 (PAL CORPORATION LTD.) [JP/JP]; 〒852-8003 長崎県長崎市旭町 8-2 O Nagasaki (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三浦 正美 (MIURA, Masami) [JP/JP]; 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内 Nagasaki (JP). 河野 隆之 (KAWANO, Takayuki) [JP/JP]; 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 株式会社長菱エンジニアリング内 Nagasaki (JP). 佐々木 裕一 (SASAKI, Yuichi) [JP/JP]; 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内 Nagasaki (JP). 中濱 剛 (NAKAHAMA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒852-8003 長崎県長崎市旭町 8-2 O 株式会社パル構造内 Nagasaki (JP). 吉

[続葉有]

(54) Title: CAD SYSTEM AND CAD PROGRAM

(54) 発明の名称: CAD システム及び CAD プログラム



(57) Abstract: A CAD system and a CAD program capable of significantly increasing the utility value of a CAD model and efficiency of the design/production process by employing the theory of surfaces guaranteeing the continuity of a free curve/curved surface. The program causes a computer to execute a point sequence extraction processing for extracting a plurality of point sequences on a curved surface, a division processing for generating a curved surface from a point sequence by using another CAD system and dividing the curved surface into a predetermined number of meshes, a primary standard amount calculation processing for calculating a primary standard amount defined by a tangent vector forming a mesh tangent plane, a secondary standard amount calculation processing for calculating a secondary standard amount defined by a tangent vector and a mesh normal vector, and a storage processing for storing the point sequence information, the first standard amount, and the second standard amount.

(57) 要約: 自由曲線・曲面の連続性を保障する曲面理論を採用することで、CADモデルの利用価値を大幅に高めることができるとともに、設計・生産プロセスを効率化することができるCADシステム及びCADプログラムを提供する。コンピュータに、曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出処理と、点列から他のCADシステムを用いて曲面を生成し、曲面を所定数のメッシュに分割する分割処理と、メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出処理と、接線ベクトルとメッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出処理と、点列情報及び一次規格量並びに二次規格量を記憶する記憶処理とを実行させる。

WO 2004/031998 A1



田 康彦 (YOSHIDA, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒446-0054 愛知県安城市二本木町二ツ池2番地1 サイテック株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい3-3-1 三菱重工横浜ビル24F Kanagawa (JP).

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

CADシステム及びCADプログラム

技術分野

- 5 本発明は、部材の形状を目標の曲面形状に変形するCADシステム及びCADプログラムに関する。

背景技術

- 今日、消費者の要求に応えるべく、企画から設計・生産のプロセスの短縮化が
10 望まれている。設計・生産プロセスを効率化するために、CG (Computer Graphics) やCAD (Computer Aided Design) システムの利用が盛んに行われている。コンピュータ上で自動車や家庭電器製品等の複雑な曲線や曲面形状を持った形状を表現するために、従来、以下の処理方法が存在する

- 15 一つ目はソリッドモデルであって、プリミティブと呼ばれる簡単な形状をコンピュータ内で保持し、その形状同士を組み合わせる操作を繰り返して、複雑な形状を表現する。プリミティブとは、例えば円柱、立方体、直方体、トーラス、球等であって、ソリッドモデルにおいてはこれらのプリミティブの集合演算によって形状表現を行う。したがって、複雑な形状を作成するためには多くのステップ
20 を必要とするとともに、厳密な計算が必要となる。

- 二つ目はサーフェスモデルであって、bezier、b-spline、有理bezier、NURBS (Non-Uniform Rational b-spline) などのアルゴリズムを利用することにより、線や面を切る、つな
25 げるといった操作を行い、この繰り返しにより複雑な自由曲線・曲面を表現する。

しかし、上述のソリッドモデルやサーフェスモデルでは表現上では問題がないモデルであっても、CAMやCAE等の下流アプリケーションで使用する場合には問題が発生することがある。この原因は、作成したCGがサポートするサポート要素と他のCG、CAD及び下流アプリケーションがサポートするサポート要素

の違いや形状定義の違い等であり、これらの違いを修正するトランスレータ等のアプリケーションを介してモデルの補正を行う（特開2001-250130号公報、特開平11-65628号公報、特開平10-69506号公報、特開平4-134571号公報、特開平4-117572号公報、及び特開平1-65628号公報）。

発明の開示

しかし、上述の補正作業は設計・生産プロセスの短縮化を図る上では、極めて非効率的である。補正が必要となる理由は、個々のケースによって様々であるが、特に生産過程において問題となる点は、従来のCGやCADシステムにおいては、ユークリッド幾何によってすべての曲線・曲面表現を近似しているである。例えば、図6に示す鞍型のタブシル面をスイープ操作によって生成する場合、鞍の裾部分の長い線と鞍の中心部分の短い線とが存在する。したがってこのスイープ操作は生成される曲面の連続性を保つように図形の伸縮を伴う変形となる。しかし、従来のCGやCADシステムにおいてはこの伸縮を考慮しておらず、内部表現としては円筒型として近似表現している。このため、実際にこういったユークリッド幾何で近似的に表現されるCGモデル、あるいはCADモデルをCAEに渡すと、ここで生じる誤差が生産上問題となる。

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、CGモデルあるいはCADモデルの利用価値を大幅に高めることができるとともに、設計・生産プロセスを効率化することができるCADシステム及びCADプログラムを提供することを目的とする。

本発明のCADシステムは、曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出手段と、前記点列から他のCADシステムを用いて曲面を生成し、該曲面を所定数のメッシュに分割する分割手段と、該メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出手段と、前記接線ベクトルと前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出手段と、前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記二次規格量を記憶する記憶手段とを具備することを特徴とする。

また、本発明のCADシステムは、前記一次規格量及び二次規格量に基づいて、前記メッシュの主曲率を算出する主曲率算出手段と、前記主曲率に基づいて、前記メッシュの主方向を示す曲率線を算出する曲率線算出手段と、前記主曲率、前記主方向、前記曲率線、並びに前記一次規格量及び二次規格量に基づいて算出されるガウス曲率及び平均曲率からなる前記曲面の特徴を示す5つの特徴量のうち、1または2以上の特徴量の変化パターンによって規定される変形の基準点または基準線となる点または線の抽出を行う特徴点・特徴線解析手段と、前記一次規格量及び二次規格量より算出される曲率に基づいてガウス長さを算出するガウス長さ算出手段とをさらに具備することを特徴とする。

- 10 また、本発明のCADシステムは、前記特徴点または特徴線を変形の基準として、前記曲率線方向に前記ガウス長さ分だけ前記曲率線を変形させ、前記メッシュまたは前記曲面を再生する再生手段とをさらに具備することを特徴とする。

- 15 また、本発明のCADシステムは、前記再生したメッシュまたは曲面から曲面上の複数の点列を抽出し、該点列を他のCADシステムにおける図形表現アルゴリズムにしたがって、変換する変換手段とをさらに具備することを特徴とする。

- 20 本発明のCADプログラムは、コンピュータに、曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出処理と、前記点列から他のCADシステムを用いて曲面を生成し、該曲面を所定数のメッシュに分割する分割処理と、該メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出処理と、前記接線ベクトルと前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出処理と、前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記二次規格量を記憶する記憶処理とを実行させることを特徴とする。

- 25 また、本発明のCADプログラムは、前記一次規格量及び二次規格量に基づいて、前記メッシュの主曲率を算出する主曲率算出処理と、前記主曲率に基づいて、前記メッシュの主方向を示す曲率線を算出する曲率線算出処理と、前記主曲率、前記主方向、前記曲率線、並びに前記一次規格量及び二次規格量に基づいて算出されるガウス曲率及び平均曲率からなる前記曲面の特徴を示す5つの特徴量のうち、1または2以上の特徴量の変化パターンによって規定される変形の基準点または基準線となる点または線の抽出を行う特徴点・特徴線解析処理と、前記

一次規格量及び二次規格量より算出される曲率に基づいてガース長さを算出する
ガース長さ算出処理とをさらにコンピュータに実行させるた
めのCADプログラムである。

また、本発明のCADプログラムは、前記特徴点または特徴線を変形の基準と
5 して、前記曲率線方向に前記ガース長さ分だけ前記曲率線を変形させ、前記メッ
シュまたは前記曲面を再生する再生処理をさらにコンピュータに実行させるため
のCADプログラムである。

また、本発明のCADプログラムは、前記再生したメッシュまたは曲面から曲
面上の複数の点列を抽出し、該点列を他のCADシステムにおける図形表現アル
10 ゴリズムにしたがって、変換する変換処理をさらにコンピュータに実行させるため
のCADプログラムである。

本発明のCGシステムは、曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出手段
と、前記点列から他のCGシステムを用いて曲面を生成し、該曲面を所定数のメ
ッシュに分割する分割手段と、該メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによ
15 って定義される一次規格量を算出する一次規格量算出手段と、前記接線ベクトル
と前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規
格量算出手段と、前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記二次規格量を記憶
する記憶手段とを具備することを特徴とする。

本発明のCGプログラムは、コンピュータに、曲面上の複数の点列を抽出する
20 点列情報抽出処理と、前記点列から他のCGシステムを用いて曲面を生成し、該
曲面を所定数のメッシュに分割する分割処理と、該メッシュの接平面を形成する
接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出処理と、
前記接線ベクトルと前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量
を算出する二次規格量算出処理と、前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記
25 二次規格量を記憶する記憶処理とを実行させるためのCGプログラムである。

本発明は、以下の効果を奏する。

曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出手段と、点列から他のCGまたは
CADシステムを用いて曲面を生成し、曲面を所定数のメッシュに分割する分割
手段と、メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格

量を算出する一次規格量算出手段と、接線ベクトルとメッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出手段と、点列情報及び一次規格量並びに二次規格量を記憶する記憶手段とを具備するので、自由曲線・曲面の連続性を保障する曲面理論を採用することで、CGモデルまたはCADモデルの利用価値を大幅に高めることができるとともに、設計・生産プロセスを効率化することができる。

また、一次規格量及び二次規格量に基づいて、メッシュの主曲率を算出する主曲率算出手段と、主曲率に基づいて、メッシュの主方向を示す曲率線を算出する曲率線算出手段と、主曲率、主方向、曲率線、並びに一次規格量及び二次規格量に基づいて算出されるガウス曲率及び平均曲率からなる曲面の特徴を示す5つの特徴量のうち、1または2以上の特徴量の変化パターンによって規定される変形の基準点または基準線となる点または線の抽出を行う特徴点・特徴線解析手段と、一次規格量及び二次規格量より算出される曲率に基づいてガウス長さを算出するガウス長さ算出手段とをさらに具備するので、曲面理論によって解析されたCGまたはCADモデルを再生及び他のCGまたはCADモデルへ変換することができる。

また、特徴点または特徴線を変形の基準として、曲率線方向にガウス長さ分だけ曲率線を変形させ、メッシュまたは曲面を再生する再生手段とをさらに具備するので、曲面理論によって解析されたCGまたはCADモデルを再生することができる。

また、再生したメッシュまたは曲面から曲面上の複数の点列を抽出し、点列を他のCGまたはCADシステムにおける図形表現アルゴリズムにしたがって、変換する変換手段をさらに具備するので、曲面理論によって解析されたCGまたはCADモデルを他のCGまたはCADモデルへ変換することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本実施形態のCADシステムの構成を示す構成図である。

図2は、曲面を $m \times n$ のメッシュに分割し、基本ベクトル S_u 、 S_v を定義する様子を示す説明図である。

図 3 は、単位接線ベクトル t と単位法線ベクトル n の張る面を示す説明図である。

図 4 は、解析プログラム 1 による自由曲面解析からデータ転送が行われるまでの処理の流れを示すフローチャートである。

5 図 5 は、曲率変化の様子を示す説明図である。

図 6 は、平均曲率とガウス曲率の分類を示す説明図である。

図 7 は、等傾斜直交線を示す説明図である。

図 8 は、主曲率極値線を示す説明図である。

図 9 は、傾斜極値線とガウス曲率分布の様子を示す説明図である。

10 図 10 は、曲率線を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の CAD システムの一実施形態について図面を参照して説明する。図 1 は本実施形態の CAD システムの構成を示す構成図である。本実施形態
15 の CAD システムは、CPU 等の中央演算処理装置（図示せず）、ROM や RAM 等の記憶メモリ（図示せず）、データベース 10、画像表示処理部 11、表示部 12、出力部 13、通信部（図示せず）からなる。

CPU は、ROM に記憶された解析プログラム 1、変換プログラム 2、再生プログラム 3 を読み出して、自由曲面解析、変換、再生に関する一連の処理を実行
20 する。RAM は、CPU が一次的にデータを記憶させるための半導体メモリである。

解析プログラム 1 は、CAT などによる 3 次元形状物の実測値データ 20 や他の CAD フォーマットデータ 21（例えば、ソリッドモデル、bezier、b
-spline、有理 bezier、NURBS 等のサーフェスモデルで表現さ
25 れた図形データ）を読み込んで、点列情報テーブル 30、一次規格量テーブル 31、二次規格量テーブル 32 を作成し、データベース 10 に記憶させる処理を CPU に実行させるプログラムである。

点列情報テーブル 30 は、図 2 に示すように

$$s(u, v) = \{x(u, v), y(u, v), z(u, v)\} \quad 0 \leq u, v \leq 1 \quad \dots (式1)$$

のパラメータ形式で表示される曲面上の点列情報 (u、v) からなる。例えば、
 $u = 0, 1/m, 2/m, \dots, m-1/m$ (mは自然数) であり、 $v = 0, 1/n, 2/n, \dots, n-1/n$ (nは自然数) とすると、図2に示す曲面は $m \times n$ のメッシュに分割される。この場合、点列情報 (u、v) は、メッシュ I

5 D1 ~ IDmn までの mn 個のデータ列となる。

一次規格量テーブル31は、以下の式により導出される一次規格量 E, F, G からなる。上述の u と v に関数関係がある場合、 $s(u, v)$ は曲面上の曲線を表し、偏導関数 $\partial s / \partial u = S_u$ は、 $u = \text{一定}$ の曲線の接線ベクトルを表し、偏導関数 $\partial s / \partial v = S_v$ は、 $v = \text{一定}$ の曲線の接線ベクトルを表す。このとき、
 10 基本ベクトル S_u, S_v は、曲面の接平面を形成する。また、曲面上の2点 $s(u, v)$ から $s(u + du, v + dv)$ を結ぶベクトル ds は

$$ds = s_u du + s_v dv \quad \dots (\text{式2})$$

で表される。ここで ds の絶対値の自乗は

$$(ds)^2 = ds \cdot ds = s_u^2 (du)^2 + 2s_u \cdot s_v du dv + s_v^2 (dv)^2 \quad \dots (\text{式3})$$

15 で表され、曲面の基本ベクトルより、上述の一次規格量が次式で定義される。

$$E = s_u^2, F = s_u \cdot s_v, G = s_v^2 \quad \dots (\text{式4})$$

上述の一次規格量 E, F, G は、このように各メッシュに一意に定まり、一次規格量テーブル31は、メッシュ ID1 ~ IDmn それぞれに対する値を格納する。

20 また上記式3及び式4をまとめると、

$$ds^2 = E (du)^2 + 2F du dv + G (dv)^2 \quad \dots (\text{式5})$$

となる。

二次規格量テーブル32は、以下の式により導出される二次規格量 L, M, N からなる。基本ベクトル S_u, S_v がなす角を ω とすると、これらの内積 F と、
 25 基本ベクトルのベクトル積の絶対値 H は、一次規格量を用いて以下のように表される。

$$F = |s_u| \cdot |s_v| \cos \omega = (\sqrt{EG}) \cos \omega \quad \dots (\text{式6})$$

$$H = |s_u \times s_v| = |s_u| \cdot |s_v| \sin \omega$$

$$= \sqrt{EG(1 - \cos^2 \omega)} = \sqrt{EG - F^2} \quad \dots (式7)$$

この算出値Hを用いて、曲面上の単位法線ベクトルnは以下の式で表される。

$$n = \frac{(s_u \times s_v)}{H} \quad \dots (式8)$$

また、図3に示すように、曲面上の点Pにおける接線ベクトルの線束はこの接
5 平面内に存在し、単位接線ベクトルtの1つは、以下の式で表される。

$$t = \frac{ds}{ds} = s_u \left(\frac{du}{ds} \right) + s_v \left(\frac{dv}{ds} \right) \quad \dots (式9)$$

図3に示すように、このtとnで定まる平面を法平面という。

この法断面上の点Pにおける曲率 κ を法曲率といい、tを法断面の弧長sで微分すると、

$$\frac{dt}{ds} = s_u \frac{d^2 u}{ds^2} + s_v \frac{d^2 v}{ds^2} +$$

$$s_{uu} \left(\frac{du}{ds} \right)^2 + 2s_{uv} \left(\frac{du}{ds} \right) \left(\frac{dv}{ds} \right) + s_{vv} \left(\frac{dv}{ds} \right)^2 \quad \dots (式10)$$

10

となる。両辺に法線ベクトルを掛けて、以下に示す二次規格量

$$L = n \cdot s_{uu}, \quad M = n \cdot s_{uv}, \quad N = n \cdot s_{vv} \quad \dots (式11)$$

を導入すると、

$$(n \cdot n) \kappa = L \left(\frac{du}{ds} \right)^2 + 2M \left(\frac{du}{ds} \right) \left(\frac{dv}{ds} \right) + N \left(\frac{dv}{ds} \right)^2 \quad \dots (式12)$$

15 となる。

上述の二次規格量L, M, Nは、このように各メッシュに一意に定まり、二次規格量テーブル32は、メッシュID1～IDmnそれぞれに対する値を格納する。

なお、式5を式12に代入すると、以下の式が得られる。

$$\kappa = \frac{L(du)^2 + 2Mdudv + N(dv)^2}{E(du)^2 + 2Fdudv + G(dv)^2} \quad \dots (式13)$$

20

以上によって一次規格量及び二次規格量から法曲率が算出される。

変換プログラム 2 は、点列情報テーブル 30、一次規格量テーブル 31、二次規格量テーブル 32 より自由曲面に必要な情報を読み出して、自由曲面データを生成し、他の CAD アプリケーションが解釈できる形に変形する処理をコンピュータに実行させるプログラムである。

- 5 再生プログラム 3 は、変換プログラム 2 と同様に、点列情報テーブル 30、一次規格量テーブル 31、二次規格量テーブル 32 より自由曲面に必要な情報を読み出して自由曲面データを生成し、画像表示処理部 11 に出力する処理をコンピュータに実行させるプログラムである。

- 10 データベース 10 は、上述の点列情報テーブル 30、一次規格量テーブル 31、二次規格量テーブル 32 を記憶しており、解析プログラム 1 の出力結果が後述するメッシュ ID と関連付けて書き込まれる。

画像表示処理部 11 は、再生プログラム及び他の CAD アプリケーションからの出力結果の画像表示処理を行う。

表示部 12 は、画像表示処理部 11 の出力結果を表示する。

- 15 出力部 13 は、画像表示処理部 11 の出力結果を通信部や他の記録媒体等に出力する。通信部は、LAN やインターネット等のネットワークを介して他のサーバやクライアントにデータベース 1 に記憶された点列情報、一次規格量、二次規格量等のデータの送受信を行う。

- 20 次に本実施形態の CAD システムによる自由曲面解析、変換、再生に関する一連の処理の流れについて図面を参照して説明する。図 4 は、解析プログラム 1 による自由曲面解析からデータ転送が行われるまでの処理の流れを示すフローチャートである。

- 25 ユーザの操作により、実測値データ 20 や他の CAD フォーマットデータ 21 の解析命令を受けて、CPU は ROM より解析プログラム 1 を読み出して、自由曲面解析処理を実行する。まず CPU は、実測値データ 20 や他の CAD フォーマットデータ 21 が保持する、2 次元 NURBS 面や双三次曲面などの曲面上の複数の点列を抽出する処理を行う。そして、この点列から他の CAD システムを用いて曲面を生成し（図 4 のステップ S1）、図 2 に示すように曲面を所定数 m n のメッシュに分割した後、各メッシュ部分を基本ベクトル S_u 、 S_v で規格化

する。規格化時に生成される点列情報（ u 、 v ）は、データベース10の保持する点列情報テーブル30にメッシュIDとともに関連付けられて書き込まれる。

次にCPUは、微分幾何解析処理を実行する。すなわち、メッシュの接平面を形成する基本ベクトル S_u 、 S_v によって定義される一次規格量 E 、 F 、 G を算出する処理を行う。算出される一次規格量 E 、 F 、 G は、点列情報と同様に、データベース10の保持する一次規格量テーブル31にメッシュIDとともに関連付けられて書き込まれる。またCPUは、基本ベクトル S_u 、 S_v とメッシュの単位法線ベクトル n によって定義される二次規格量 L 、 M 、 N を算出する処理を行う。算出される二次規格量 L 、 M 、 N は、一次規格量 E 、 F 、 G と同様に、データベース10の保持する二次規格量テーブル32にメッシュIDとともに関連付けられて書き込まれる。

またCPUは、上述のメッシュを表す微分方程式がそれぞれのメッシュの境界において連続であるための条件、言い換えればこの微分方程式が一意な解を持つための条件である積分可能条件を算出する処理を行う。

今、上述の曲面座標（ u 、 v ）を（ u_1 、 u_2 ）と置き換え、この点を p （ u_1 、 u_2 ）とする。 u_2 を固定し、 u_1 を動かしてできる曲線を u_1 曲線と呼び、 u_1 を固定し、 u_2 を動かしてできる曲線を u_2 曲線と呼ぶ時、曲面上の p （ u_1 、 u_2 ）点を始点とし、 u_1 曲線、 u_2 曲線に沿う接線ベクトルは以下のように計算できる。

$$e_1 = \frac{\partial p}{\partial u_1}, \quad e_2 = \frac{\partial p}{\partial u_2} \quad \dots (式14)$$

そして、 e_1 、 e_2 より単位法線ベクトル n が次のように計算できる。

$$n = \frac{e_1 \times e_2}{\|e_1 \times e_2\|} \quad \dots (式15)$$

このようにして、3本のベクトル $\{e_1, e_2, n\}$ が曲面上の各点において定義される。

各点において、第1基本量 E 、 F 、 G を以下のように定義する。

$$E = \|e_1\|^2, \quad F = (e_1, e_2), \quad G = \|e_2\|^2 \quad \dots (式16)$$

そして、第1基本テンソル $(g_{ij}, i, j = 1, 2)$ を以下のように定義す

る。

$$g_{11} = E, g_{12} = g_{21} = F, g_{22} = G \quad \dots (式17)$$

また、4個の数の組 g^{ij} 、 $i, j = 1, 2$ を次のように定義する。

$$g^{11} = \frac{G}{EG - F^2}, g^{12} = g^{21} = -\frac{F}{EG - F^2}, g^{22} = \frac{E}{EG - F^2} \quad \dots (式18)$$

5 さらに、各点において第2基本量 L, M, N を以下のように定義する。

$$L = \left(\frac{\partial^2 p}{\partial (u^1)^2}, n \right), M = \left(\frac{\partial^2 p}{\partial u^1 \partial u^2}, n \right), N = \left(\frac{\partial^2 p}{\partial (u^2)^2}, n \right) \quad \dots (式19)$$

そして、さらに第2基本テンソル (h_{ij} 、 $i, j = 1, 2$) を以下のように定義する。

$$h_{11} = L, h_{12} = h_{21} = M, h_{22} = N \quad \dots (式20)$$

10 今、動標構 $\{e_1, e_2, n\}$ を曲面座標 (u_1, u_2) で微分すると、次の2式 (式21のガウスの式及び式22のワインガルテンの式) で示される曲面の構造方程式を得る。

$$\frac{\partial e^i}{\partial u^j} = \left\{ \begin{matrix} k \\ i \ j \end{matrix} \right\} e_k + h_{ij} n \quad \dots (式21)$$

$$\frac{\partial n}{\partial u^i} = -g^{jk} h_{ij} e_k \quad \dots (式22)$$

$$\left\{ \begin{matrix} k \\ i \ j \end{matrix} \right\} = \frac{1}{2} g^{kl} \left(\frac{\partial g_{lj}}{\partial u^i} + \frac{\partial g_{li}}{\partial u^j} + \frac{\partial g_{ij}}{\partial u^l} \right) \quad \dots (式23)$$

ただし、式23はクリストッフェルの記号を示す。

この構造方程式21、22の積分可能条件は次の2式 (式24のガウスの方程式及び式25のマイナル・コダッツィの方程式) で示される。

$$R^i_{jkl} = g^{im} (h_{jk} h_{lm} - h_{jl} h_{km}) \quad \dots (式24)$$

$$\frac{\partial h_{ij}}{\partial u^k} - \frac{\partial h_{ik}}{\partial u^j} + \left\{ \begin{matrix} l \\ i \ j \end{matrix} \right\} h_{lk} - \left\{ \begin{matrix} l \\ i \ k \end{matrix} \right\} h_{lj} = 0 \quad \dots (式25)$$

$$R^i_{jkl} = \frac{\partial}{\partial u^l} \left\{ \begin{matrix} i \\ j \ k \end{matrix} \right\} - \frac{\partial}{\partial u^k} \left\{ \begin{matrix} i \\ j \ l \end{matrix} \right\} + \left\{ \begin{matrix} m \\ j \ k \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} i \\ m \ l \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} m \\ j \ l \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} i \\ m \ k \end{matrix} \right\} \quad \dots (式26)$$

ただし、式26はリーマン・クリストッフェルの曲率テンソルを示す。

第1基本テンソル (g_{ij} 、 $i, j = 1, 2$) と第2基本テンソル (h_{ij} 、 $i, j = 1, 2$) が曲面座標 (u_1, u_2) の関数として与えられ、これらが上述のガウスの方程式及びマイナル・コダッツィの方程式を満たす場合、そのような g_{ij} 、 h_{ij} を持つ曲面の形は一意に決まる (ボネの基本定理を参照) ので、それぞれのメッシュは C^2 連続となる。

CPUはこれらの演算処理を行い、上述の積分可能条件を算出する (ステップS2)。

次にCPUは、曲率線解析処理と、特徴線解析処理及び曲率・ガース長さ変換処理を実行する (ステップS3)。まず曲率線解析処理により、一次規格量 E 、 F 、 G 及び二次規格量 L 、 M 、 N に基づいて、メッシュにおける主曲率 κ_1 、 κ_2 を算出する (ステップS4)。すなわち、まず上述の曲率 κ の極値を算出する。図3に示す法平面と曲面との交線である法断面の形状は、その接線方向とともに変化し、それに伴って法曲率も変化する。この形状は法平面を半回転させたところでもとの状態に戻る。今、 γ を

$$\gamma = \frac{dv}{du} \quad \dots (式27)$$

とおき、さらに κ を γ の関数 $\kappa(\gamma)$ と書き直すと、

$$\{L - \kappa(\gamma) \cdot E\} + 2\{M - \kappa(\gamma) \cdot F\}\gamma + \{N - \kappa(\gamma) \cdot G\}\gamma^2 = 0 \quad \dots (式28)$$

となる。この γ の2次式より $d\kappa(\gamma)/d\gamma = 0$ において、 $\kappa(\gamma)$ は極値を取る。そして、この極値条件のもとで、式15を微分し、 κ と γ を ($\kappa \sim$) と ($\gamma \sim$) と書き換えると、

$$(M - \tilde{\kappa}F) + (N - \tilde{\kappa}G)\tilde{\gamma} = 0 \quad \dots (式29)$$

を得る。そして、数16に代入すると、

$$(L - \tilde{\kappa}E) + (M - \tilde{\kappa})\tilde{\gamma} = 0 \quad \dots (式30)$$

を得る。これらの式より以下の関係式が得られる。

$$\tilde{\gamma} = \frac{-(M - \tilde{\kappa}F)}{(N - \tilde{\kappa}G)} = \frac{-(L - \tilde{\kappa}E)}{(M - \tilde{\kappa}F)} \quad \dots (式31)$$

$$\tilde{\kappa} = \frac{(M + \tilde{\gamma}N)}{(F + \tilde{\gamma}G)} = \frac{(L + \tilde{\gamma}M)}{(E + \tilde{\gamma}F)} \quad \dots (式32)$$

式18を変形すると、

$$(EG - F^2)\tilde{\kappa}^2 - (EN + LG - 2MF)\tilde{\kappa} + LN - M^2 = 0 \quad \dots (式33)$$

5 が得られる。 $\kappa \sim 2$ の係数は、式7より正であり、この根を κ_1 、 κ_2 とすると、図5に示すように、この値が主曲率となる。

次に主曲率に基づいてガウス曲率または平均曲率を算出する（ステップS5）。すなわち、2次方程式の根と係数の関係より、

$$K_m = \frac{1}{2}(\kappa_1 + \kappa_2) = \frac{1}{2} \frac{(EN + LG - 2MF)}{(EG - F^2)} \quad \dots (式34)$$

$$K_g = \kappa_1 \kappa_2 = \frac{(LN - M^2)}{(EG - F^2)} \quad \dots (式35)$$

10 が表現される。ここで、 K_m 、 K_g はそれぞれ平均曲率及びガウス曲率である。 $K_g = 0$ となるのは、図6に示すように、曲面が可展面となる場合であり、曲面上の曲率線は直線になる。本実施形態においては、このガウス曲率が0となる点を後述する変形の基準点とする。

15 この点以外に変形の基準点として適当な点として、例えば、曲率線、境界線（稜線）、図7に示す等傾斜直交線、図8に示す主曲率極値線、図9に示す傾斜極値線、臍点を選択してもよい。これらは、曲面の特徴を示す特徴量である主曲率、主方向、ガウス曲率、平均曲率、曲率線のうち、1または2以上の特徴量の変化パターンによって規定される変形の基準点または基準線となる点または線であり、一次規格量及び二次規格量に基づいて算出可能である。

20 また、主曲率に基づいて、メッシュの主方向を示す曲率線を算出する。すなわち、式19より $\kappa \sim$ を消去すると、

$$(MG - NF)\tilde{\gamma}^2 + (GL - NE)\tilde{\gamma} + FL - ME = 0 \quad \dots (式36)$$

または、

$$(MG - NF)dv^2 + (GL - NE)dudv + (FL - ME)du^2 = 0 \quad \dots (式37)$$

25 を得る。これら2式はともに、曲率線の式であり、2次方程式であるので、 γ_1 、 γ_2 は以下の関係がある。

$$\gamma_1 + \gamma_2 = \frac{-(GL - NE)}{(MG - NF)}, \quad \gamma_1 \gamma_2 = \frac{(FL - ME)}{(MG - NF)} \quad \dots (式38)$$

曲面上の点において、 γ_1 、 γ_2 で決まる方向において、曲率は極値を取る。
 曲面上の接線ベクトルは、 $(S_u du + S_v dv)$ であり、 γ_1 、 γ_2 に対応する2つの接線ベクトルの内積は、

$$(ds)_1 \cdot (ds)_2 = \{(s_u + s_v \gamma_1) \cdot (s_u + s_v \gamma_2)\} (du)_1 (dv)_2 \quad \dots (式39)$$

となり、この{ }内を変換すると、

$$\{E(MG - NF) - F(GL - NE) + G(FL - ME)\} / (MG - NF) \quad \dots (式40)$$

はゼロとなる。すなわち、主曲率の法断面の2つの接線方向は、直交している事が分かる。この方向は主方向と呼ばれ、この主方向と曲面上の接線が一致する場合、これが図10に示す曲率線となる。

以上により、メッシュの主方向を示す曲率線の算出処理が行われる。

次に曲率・ガウス長さ変換処理を実行する(ステップS6)。すなわち、CPUは、一次規格量E、F、G及び二次規格量L、M、Nに基づいてより算出される曲率に基づいてガウス長さを算出する。上述の曲率線の算出処理によって算出された曲率線に沿って、曲率 $(1/r)$ から曲率半径rを算出し、曲率線のガウス長さを算出区間毎に伸縮させる。

以上により、解析処理が行われる。

次に、CPUは、ステップS1及びステップS2で作成、抽出された点列情報及び一次規格量、二次規格量が収集されたことを受けて(ステップS7でYes)曲面データ転送処理を行う(ステップS9)。一方、これらの情報が揃わない場合、データベース評価処理を行う(ステップS7でNo)。すなわち、ステップS4～S6で算出された主方向、基準位置(点や線等)、変形量に基づいて再生される形状と、点列情報及び一次規格量、二次規格量に基づいて再生される形状を比較し、これらが一致する場合は(ステップS8でYes)、曲面データ転送処理を行う(ステップS9)。また、これらが一致しない場合は(ステップS8でNo)、近似補完精度向上処理を行う。すなわち、2階微分可能となるように元の曲面を近似補完し、再度ステップS1から上述の処理を繰り返す。そして、ステップS8における比較評価が一致した段階で、曲面データ転送処理に移

行する。

曲面データは図 1 に示す変換プログラム 2、または再生プログラム 3 に対して転送される。CPU は変換命令を受けると、変換プログラム 2 を実行する。すなわち、まず特徴点または特徴線としてえらんだガウス曲率 0 となる点を変形の基準として、曲率線方向にガウス長さ分だけ曲率線を伸縮変形させ、メッシュまたは曲面を再生する。そして、再生したメッシュまたは曲面から曲面上の複数の点列を抽出し、点列を他の CAD システムにおける図形表現アルゴリズムにしたがって変換する。変換された図形データは、他の CAD アプリケーション 22 によって、再生された後、画像表示処理部 11 に出力される。画像表示処理部 11 は、CAD アプリケーション 22 が出力するデータの表示処理を行い、これを表示部 12 に出力する。表示部 12 は、表示データの入力を受けて、これを表示する。

また、CPU は再生命令を受けると、再生プログラム 3 を実行する。再生プログラムは、変換プログラムにおける変換処理を除いた処理を CPU に実行させる。すなわち、ガウス曲率 0 となる点を変形の基準として、曲率線方向にガウス長さ分だけ曲率線を伸縮変形させ、メッシュまたは曲面を再生する。そして、再生した図形データを画像表示処理部 11 に出力し、表示処理後、表示部 12 において表示される。

以上説明したように、本実施形態の CAD システムによれば、C2 連続の連続性を保持して、自由曲面の解析、変換、再生を行うことができる効果が得られる。したがって CAD モデルの利用価値を大幅に高めることができるとともに、設計・生産プロセスを効率化することができる効果が得られる。

なお、本実施形態の CAD システムにおいては、CAD モデルにおける自由曲面解析、変換、再生に関する一連の処理について説明したが、本発明の CAD システムはこれに限られるものではなく、上述した CG システムやコンピュータを用いて画像表現を行うシステム及びプログラムにおいて適用可能である。

また、本実施形態の CAD システムにおいては、好適な例として図 2 に示すように曲面をメッシュに分割した後、基本ベクトル S_u 、 S_v で規格化し、点列情報 (u 、 v) を用いた u 、 v パラメータ表現による自由曲面解析、変換、再生を

行ったが、本発明のCADシステムはこれに限られるものではなく、(x、y、z)座標パラメータによる座標値を用いてもよい。

上述のCADシステムは内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した自由曲面解析、変換、再生に関する一連の処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

請 求 の 範 囲

1. 曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出手段と、
前記点列から他のCADシステムを用いて曲面を生成し、該曲面を所定数のメッシュに分割する分割手段と、
- 5 該メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出手段と、
前記接線ベクトルと前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出手段と、
前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記二次規格量を記憶する記憶手段と
- 10 を具備することを特徴とするCADシステム。
2. 前記一次規格量及び二次規格量に基づいて、前記メッシュの主曲率を算出する主曲率算出手段と、
前記主曲率に基づいて、前記メッシュの主方向を示す曲率線を算出する曲率線算出手段と、
- 15 前記主曲率、前記主方向、前記曲率線、並びに前記一次規格量及び二次規格量に基づいて算出されるガウス曲率及び平均曲率からなる前記曲面の特徴を示す5つの特徴量のうち、1または2以上の特徴量の変化パターンによって規定される変形の基準点または基準線となる点または線の抽出を行う特徴点・特徴線解析手段と、
- 20 前記一次規格量及び二次規格量より算出される曲率に基づいてガウス長さを算出するガウス長さ算出手段と
をさらに具備することを特徴とする請求項1に記載のCADシステム。
3. 前記特徴点または特徴線を変形の基準として、前記曲率線方向に前記ガウス長さ分だけ前記曲率線を変形させ、前記メッシュまたは前記曲面を再生する再生手段
- 25 をさらに具備することを特徴とする請求項2に記載のCADシステム。
4. 前記再生したメッシュまたは曲面から曲面上の複数の点列を抽出し、該点列を他のCADシステムにおける図形表現アルゴリズムにしたがって、変換する変換手段

をさらに具備することを特徴とする請求項3に記載のCADシステム。

5. コンピュータに、

曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出処理と、

前記点列から他のCADシステムを用いて曲面を生成し、該曲面を所定数のメッシュに分割する分割処理と、

該メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出処理と、

前記接線ベクトルと前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出処理と、

10 前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記二次規格量を記憶する記憶処理と
を実行させるためのCADプログラム。

6. 前記一次規格量及び二次規格量に基づいて、前記メッシュの主曲率を算出する主曲率算出処理と、

前記主曲率に基づいて、前記メッシュの主方向を示す曲率線を算出する曲率線
15 算出処理と、

前記主曲率、前記主方向、前記曲率線、並びに前記一次規格量及び二次規格量に基づいて算出されるガウス曲率及び平均曲率からなる前記曲面の特徴を示す5つの特徴量のうち、1または2以上の特徴量の変化パターンによって規定される変形の基準点または基準線となる点または線の抽出を行う特徴点・特徴線解析処理と、
20

前記一次規格量及び二次規格量より算出される曲率に基づいてガウス長さを算出するガウス長さ算出処理と

をさらにコンピュータに実行させるための請求項5に記載のCADプログラム。
ム。

25 7. 前記特徴点または特徴線を変形の基準として、前記曲率線方向に前記ガウス長さ分だけ前記曲率線を変形させ、前記メッシュまたは前記曲面を再生する再生処理

をさらにコンピュータに実行させるための請求項6に記載のCADプログラム。
ム。

8. 前記再生したメッシュまたは曲面から曲面上の複数の点列を抽出し、該点列を他のCADシステムにおける図形表現アルゴリズムにしたがって、変換する変換処理

をさらにコンピュータに実行させるための請求項7に記載のCADプログラ

5 ム。

9. 曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出手段と、

前記点列から他のCGシステムを用いて曲面を生成し、該曲面を所定数のメッシュに分割する分割手段と、

10 該メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出手段と、

前記接線ベクトルと前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出手段と、

前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記二次規格量を記憶する記憶手段とを具備することを特徴とするCGシステム。

15 10. コンピュータに、

曲面上の複数の点列を抽出する点列情報抽出処理と、

前記点列から他のCGシステムを用いて曲面を生成し、該曲面を所定数のメッシュに分割する分割処理と、

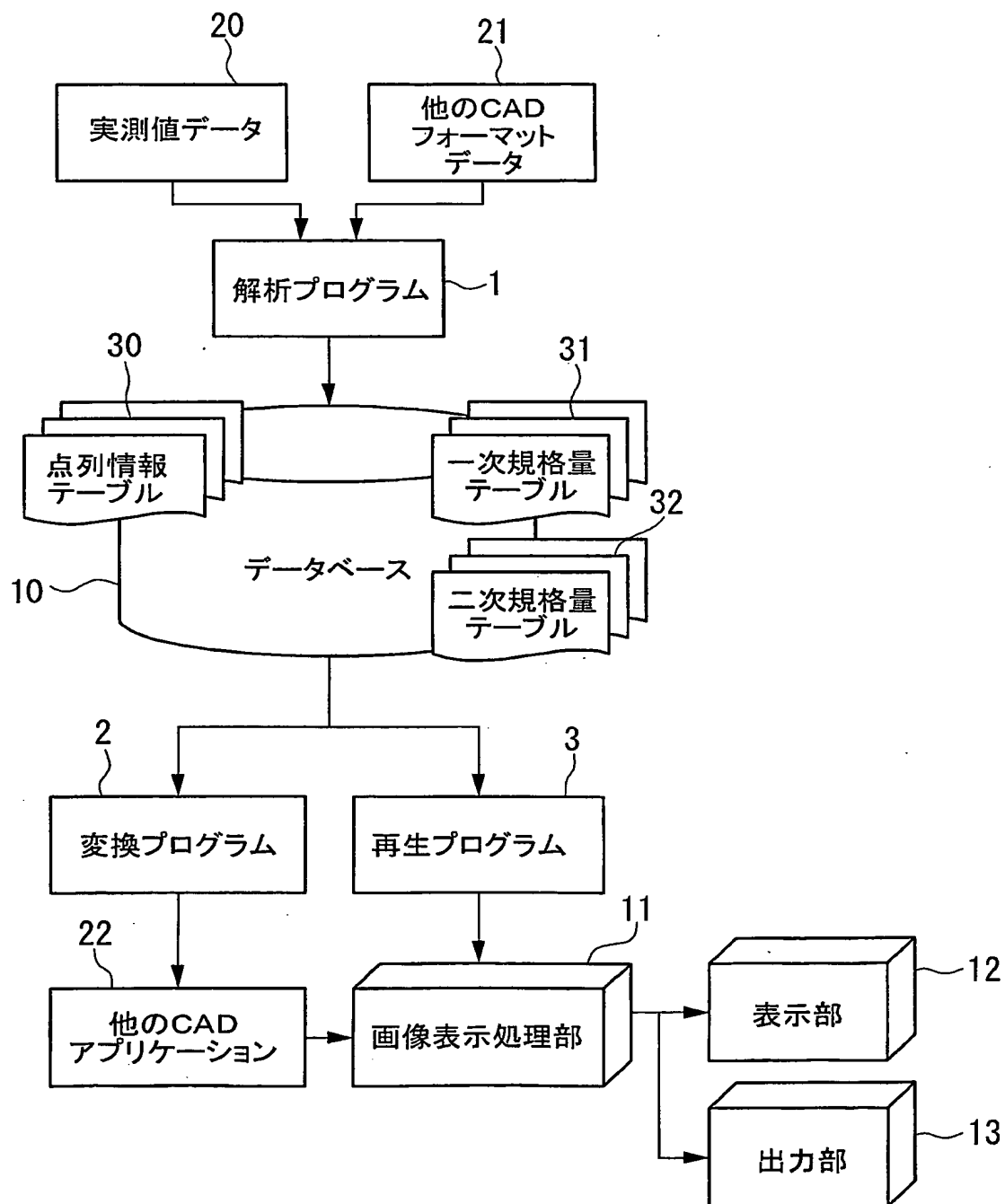
20 該メッシュの接平面を形成する接線ベクトルによって定義される一次規格量を算出する一次規格量算出処理と、

前記接線ベクトルと前記メッシュの法線ベクトルによって定義される二次規格量を算出する二次規格量算出処理と、

前記点列情報及び前記一次規格量並びに前記二次規格量を記憶する記憶処理とを実行させるためのCGプログラム。

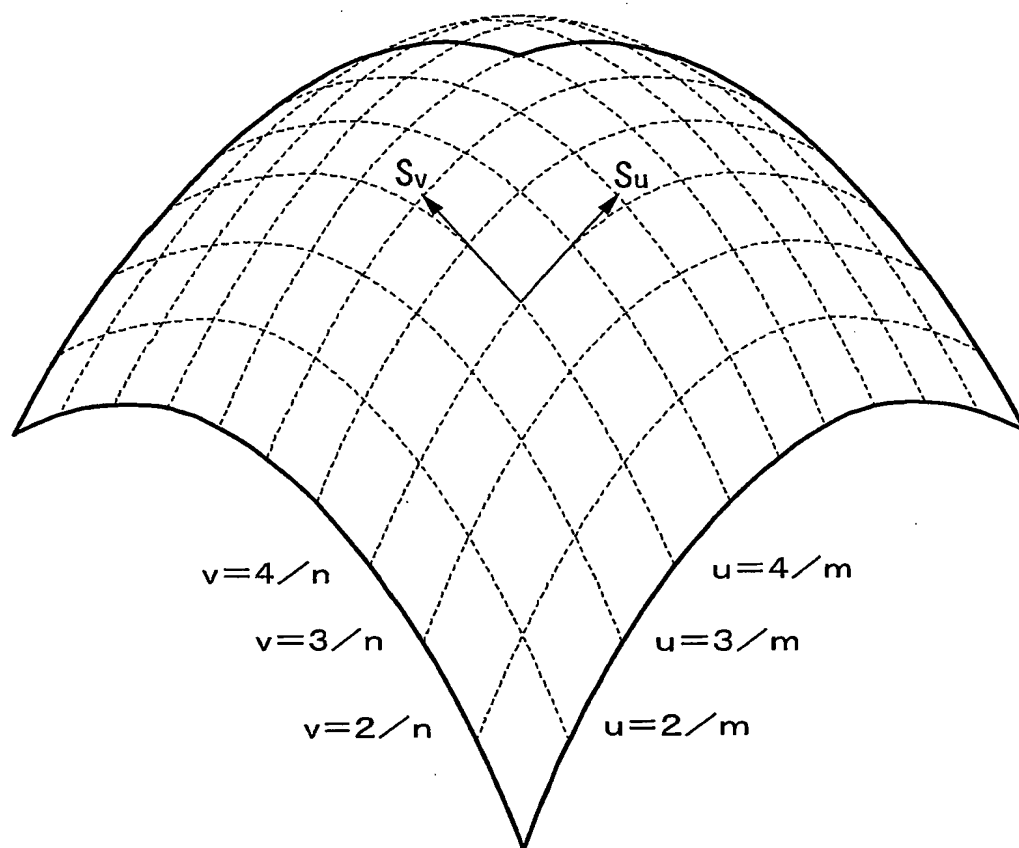
1/10

図 1



2/10

図 2



3/10

図 3

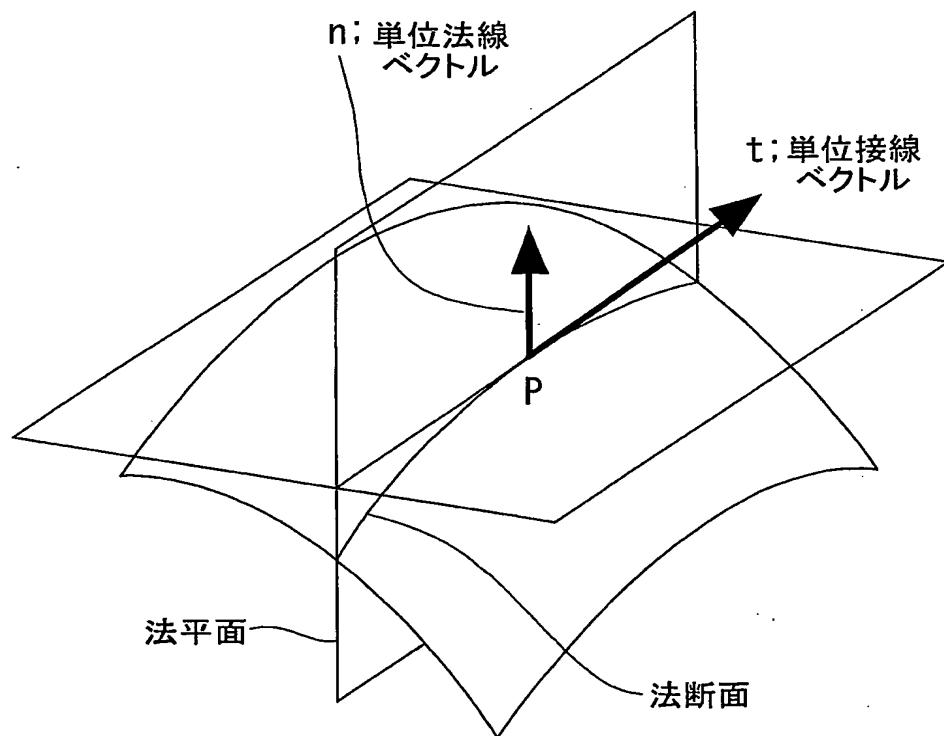
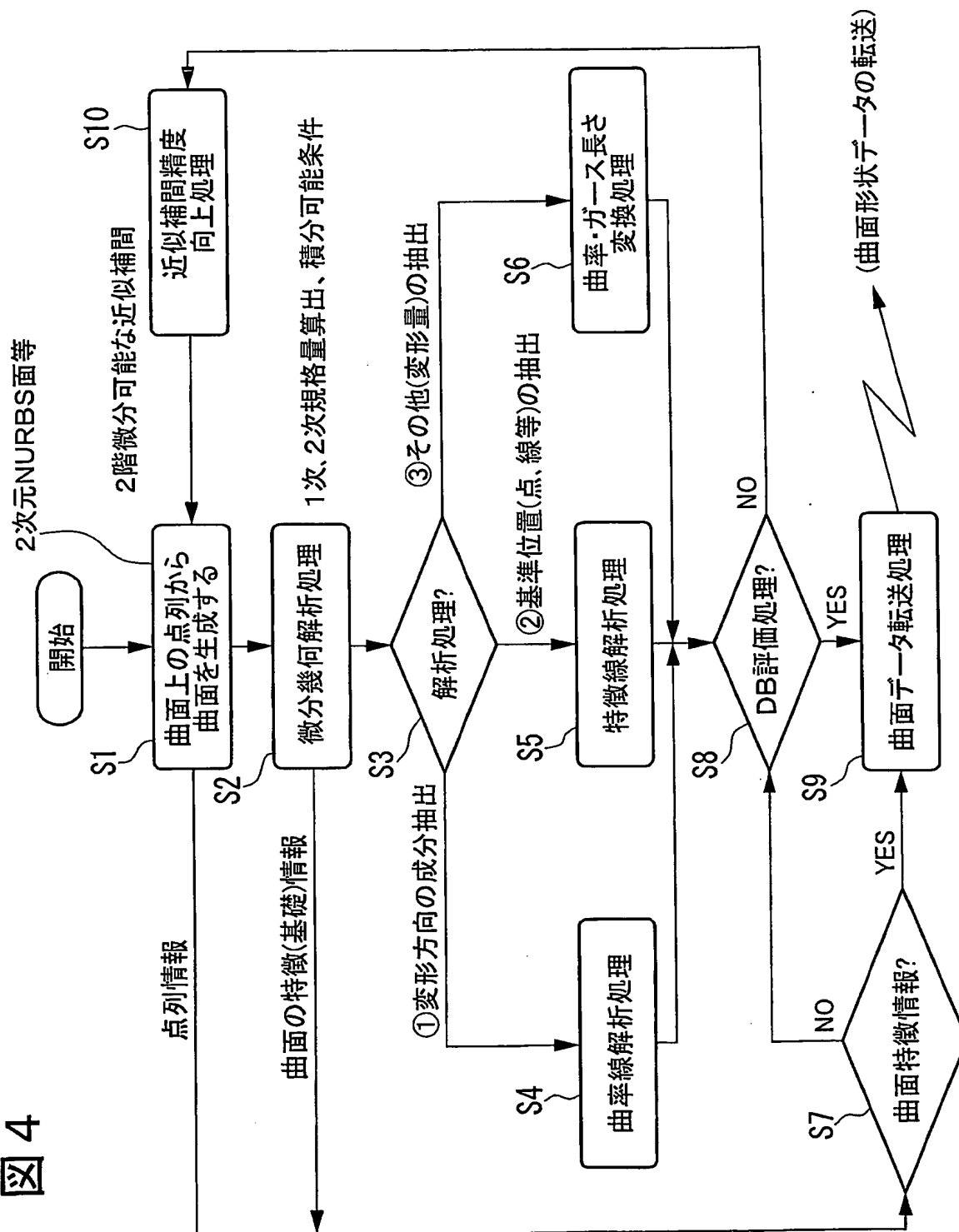
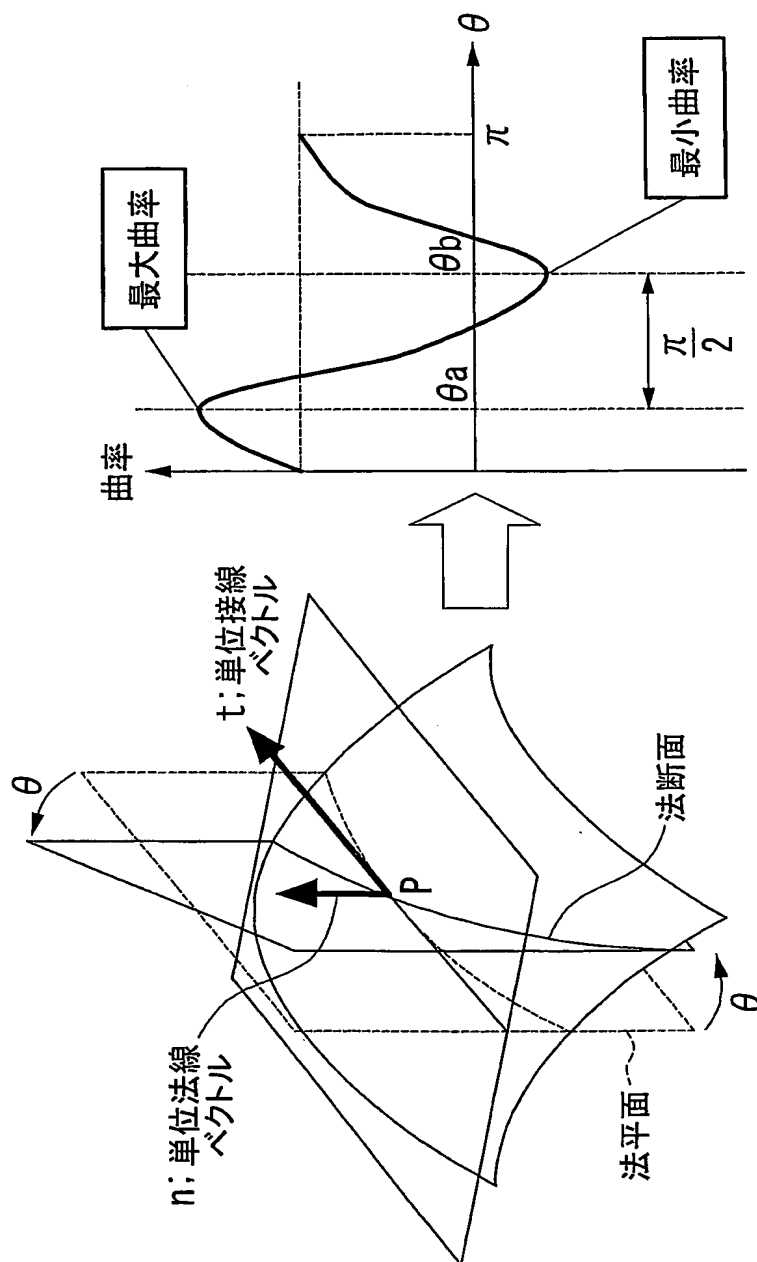


図 4



5/10

図 5





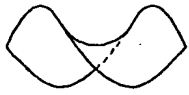





曲率 = 法断面の微分と同じ

6/10

図 6

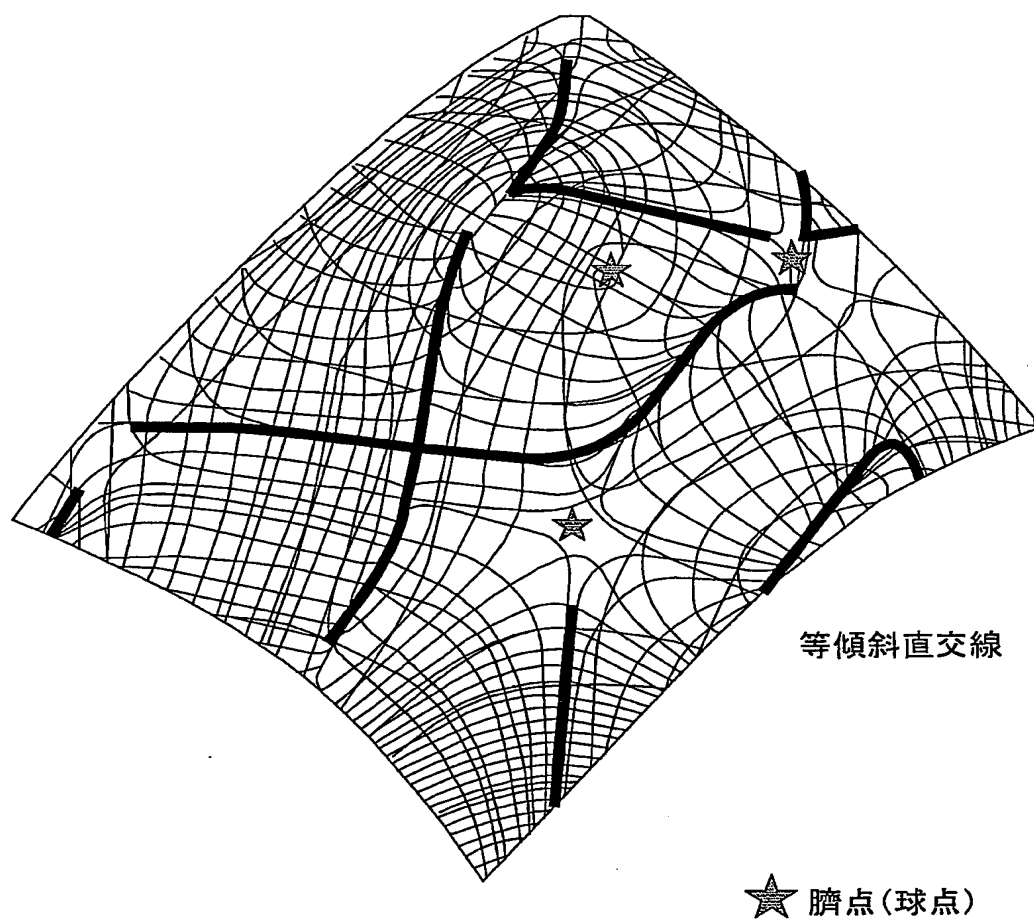
可展面
↓

	$K_g > 0$	$K_g = 0$	$K_g < 0$
$K_m > 0$	 凹型	 谷型	 鞍型(谷)
$K_m = 0$	(なし)	 平面	 鞍型(均等)
$K_m < 0$	 凸型	 尾根型	 鞍型(尾根)

平均曲率とガウス曲率による分類

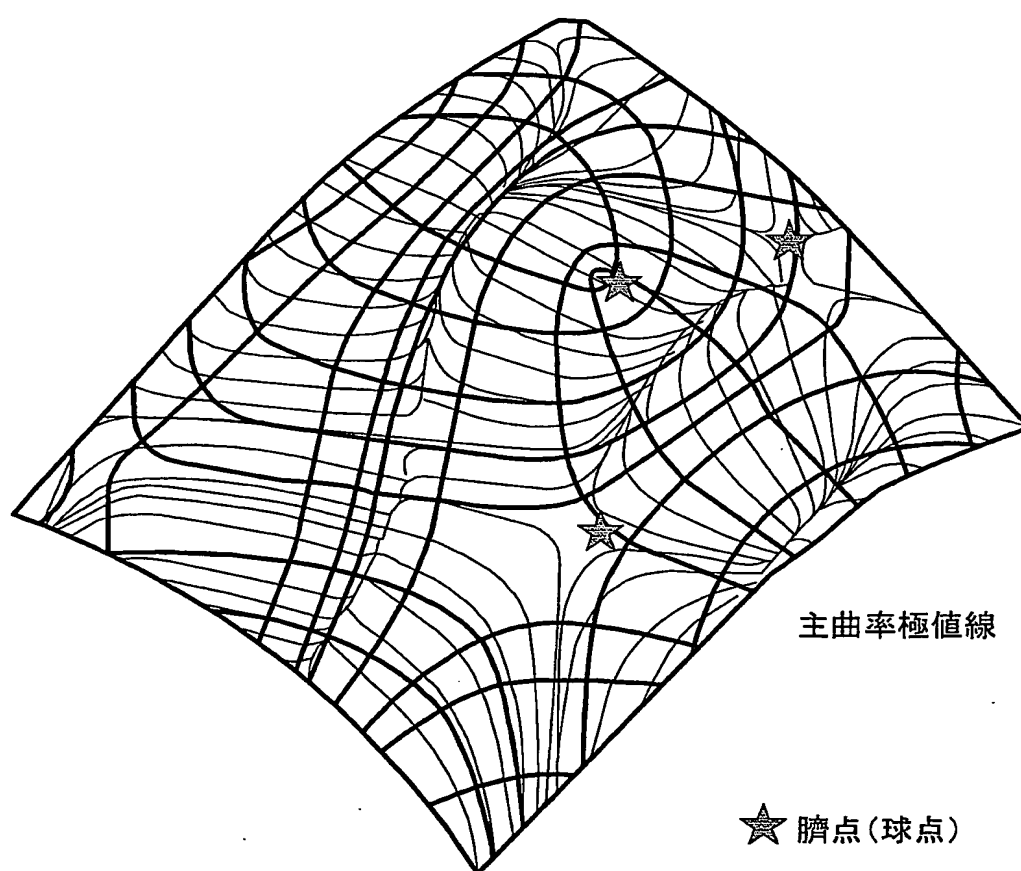
7/10

図 7



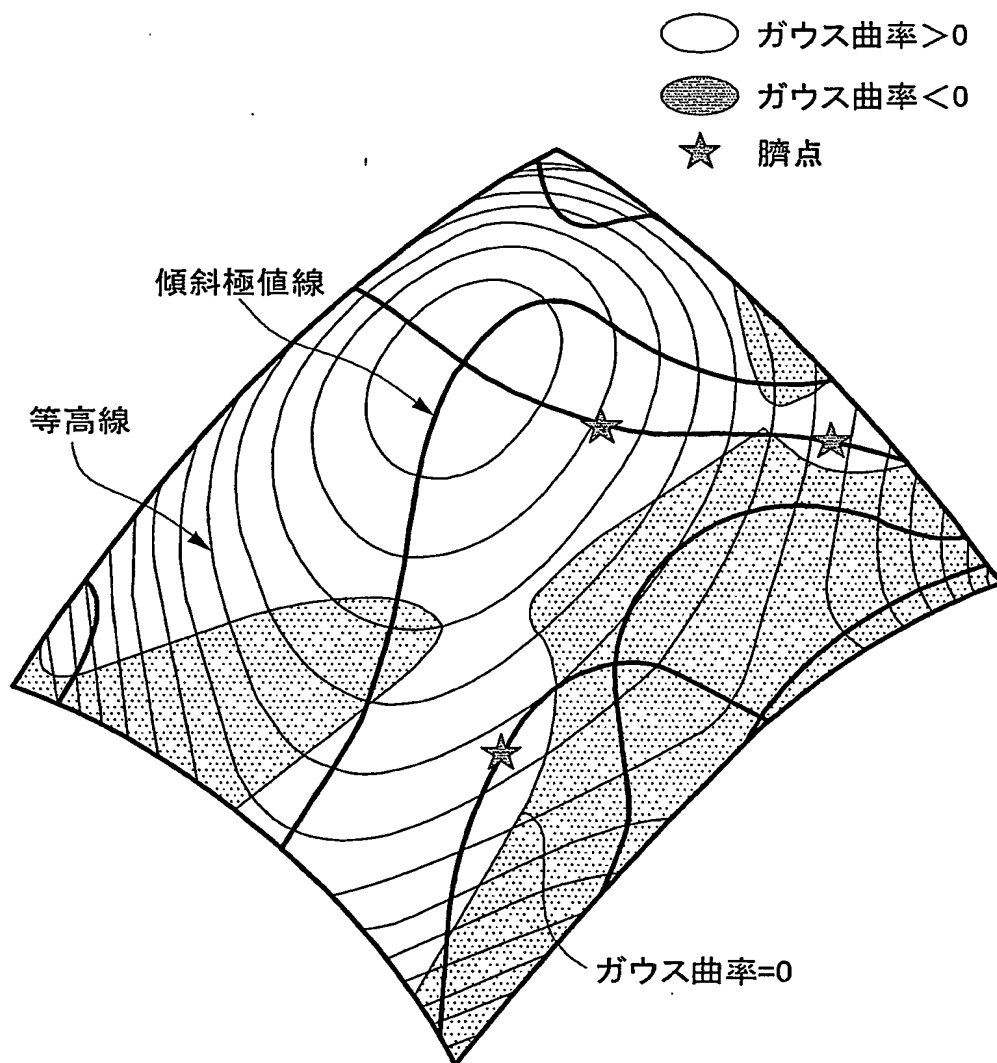
8/10

図 8



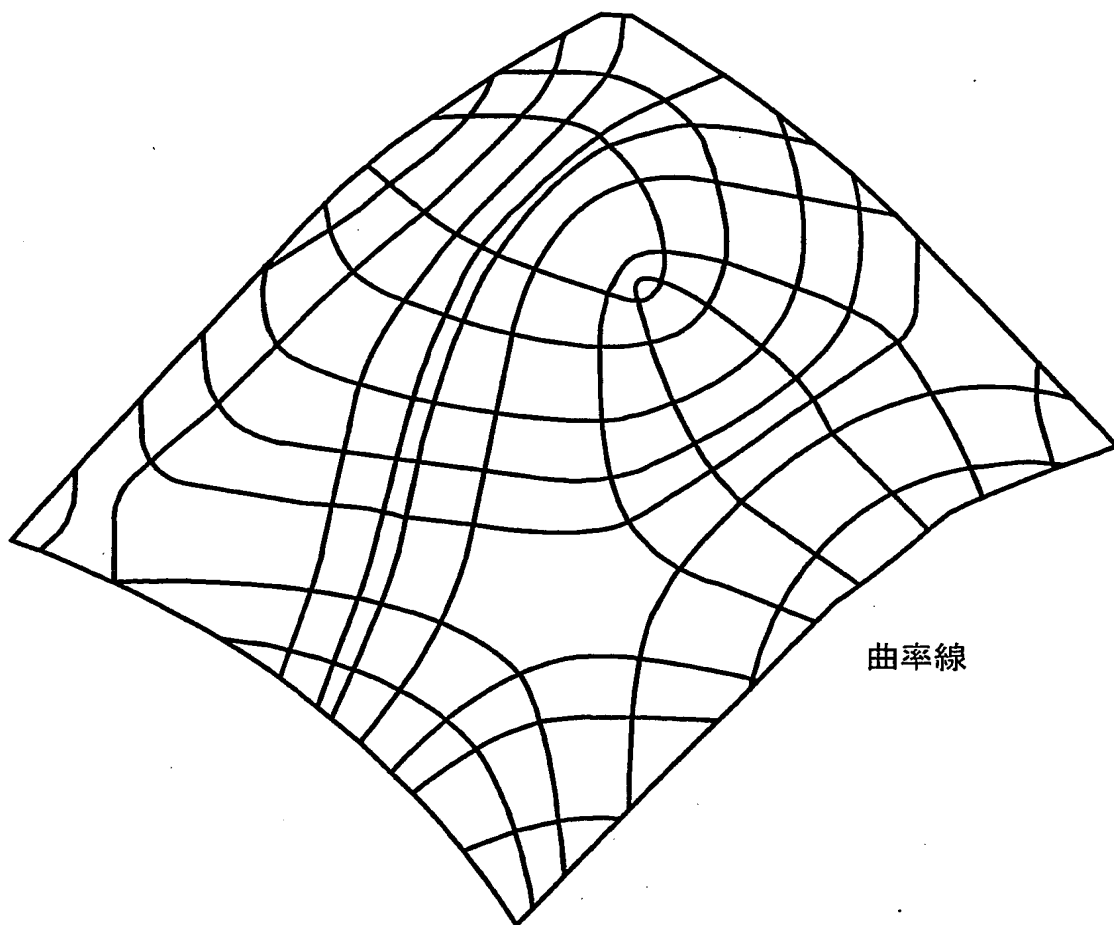
9/10

図 9



10/10

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G06F17/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G06F17/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 9-101136 A (Research Development Corp. of Japan), 15 April, 1997 (15.04.97), Claim 1; Par. Nos. [0004] to [0007] (Family: none)	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8
X A	JP 11-65628 A (The Institute of Physical and Chemical Research), 09 March, 1999 (09.03.99), Par. Nos. [0014] to [0022] & EP 898247 A2 & US 5991703 A	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
11 November, 2003 (11.11.03)

Date of mailing of the international search report
25 November, 2003 (25.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F17/50

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F17/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 9-101136 A (新技術事業団) 1997. 04. 15, 請求項1, 【0004】～【0007】 (ファミリー無し)	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8
X A	JP 11-65628 A (理化学研究所) 1999. 03. 09, 【0014】～【0022】 & EP 898247 A2 & US 5991703 A	1, 5, 9, 10 2-4, 6-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 11. 03

国際調査報告の発送日

25.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 幸雄

5H

9191

電話番号 03-3581-1101 内線 3531